

## Humidifying device for a fuel cell, method for humidifying a fuel cell membrane and fuel cell

**Patent number:** DE19918850

**Publication date:** 2000-11-16

**Inventor:** HERDEG WOLFGANG (DE); KLOS HOLGER (DE); SATTLER MARTIN (DE); HES SABINE (DE); WILHELM HANS-DIETER (DE); HABRICH JUERGEN (DE); ECK KARL (DE); KEUTZ MARKUS (DE); ZAPP THOMAS (DE)

**Applicant:** MANNESMANN AG (DE)

**Classification:**

- international: H01M8/04

- european: H01M8/04C2E

**Application number:** DE19991018850 19990419

**Priority number(s):** DE19991018850 19990419

**Also published as:**

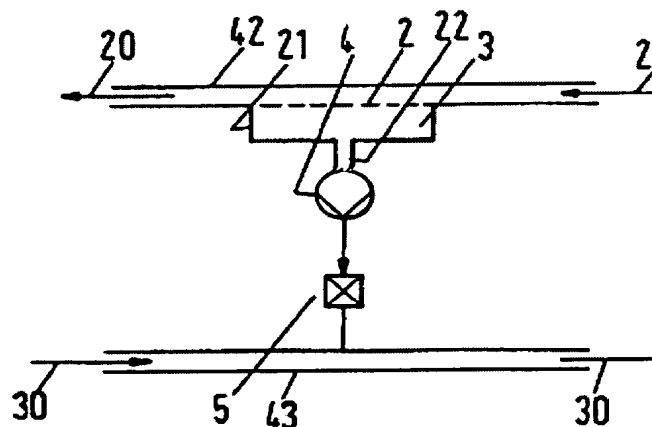
WO0063982 (A3)  
WO0063982 (A2)  
EP1175702 (A3)  
EP1175702 (A2)  
US6696186 (B1)

more >>

Report a data error he

### Abstract of DE19918850

The invention relates to a humidifying device (1) for a fuel cell. The inventive device comprises a membrane (2) that is coupled to the cathode exhaust gas (20) of a fuel cell. The cathode exhaust gas (20) is located on a side of the membrane (2). A connecting element (22) connects the other side of the membrane (2) to an anode or cathode gas supply (30) and to the fuel cell. Water vapour penetrates the membrane (2) during operation by virtue of a concentration gradient on both sides of the membrane (2). The gas supplied to the fuel cell is thus humidified. A vacuum pump (4) can also be provided in order to maintain the concentration gradient. A dosing unit (5) allows to exactly dose humidification of the cathode gas supply (30) or the surrounding air which is supplied to the cathode.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 18 850 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 01 M 8/04

21 Aktenzeichen: 199 18 850.5  
22 Anmeldetag: 19. 4. 1999  
43 Offenlegungstag: 16. 11. 2000

DE 199 18 850 A 1

71 Anmelder:  
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE  
74 Vertreter:  
P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

72 Erfinder:  
Herdeg, Wolfgang, Dr.rer.nat., 72141  
Walddorfhäslach, DE; Klos, Holger, Dr., 81541  
München, DE; Sattler, Martin, Dipl.-Ing., 97486  
Königsberg, DE; Heß, Sabine, 80469 München, DE;  
Wilhelm, Hans-Dieter, Dipl.-Ing., 61267  
Neu-Anspach, DE; Habrich, Jürgen, Dipl.-Ing.,  
63512 Hainburg, DE; Eck, Karl, Dipl.-Ing., 60318  
Frankfurt, DE; Keutz, Markus, Dipl.-Ing., 64380  
Roßdorf, DE; Zapp, Thomas, Dr.-Ing., 44265  
Dortmund, DE

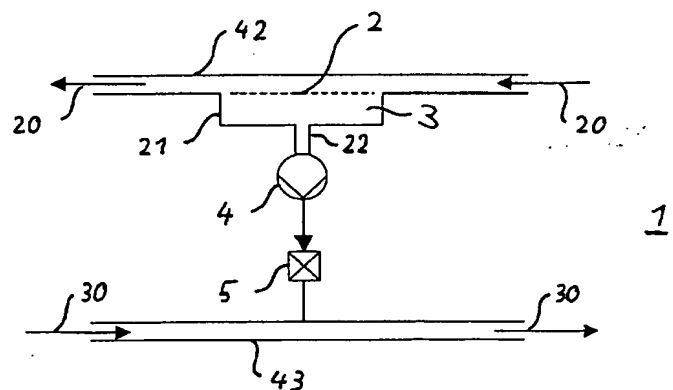
56 Entgegenhaltungen:  
J. Electrochem. 144/8 (1997) S. 2767-72;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Befeuchtungsanordnung für Brennstoffzelle, Verfahren zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran und Brennstoffzelle

57 Eine Befeuchtungsanordnung (1) für eine Brennstoffzelle hat eine Membran (2), die an das Kathodenabgas (20) einer Brennstoffzelle gekoppelt ist, wobei sich das Kathodenabgas (20) auf einer Seite der Membran (2) befindet. Ein Verbindungselement (22) verbindet die andere Seite der Membran (2) mit einer Anoden- oder Kathodengaszufuhr (30) zur Brennstoffzelle. Im Betrieb durchdringt Wasserdampf die Membran (2) aufgrund eines Konzentrationsgefälles auf beiden Seiten der Membran (2), wodurch das der Brennstoffzelle zugeführte Gas befeuchtet wird. Eine Vakuumpumpe (4) kann zusätzlich vorgesehen sein, um das Konzentrationsgefälle aufrecht zu erhalten. Eine Dosiereinheit (5) ermöglicht eine genaue Dosierung der Befeuchtung der Kathodengaszufuhr (30) bzw. der Außenluft, die der Kathode zugeführt wird.



DE 199 18 850 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Befeuchtungsvorrichtung für Brennstoffzellen, ein Verfahren zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran, sowie eine Brennstoffzelle.

In einer Brennstoffzelle wird durch eine chemische Reaktion Strom erzeugt. Dabei wird Brennstoff und Sauerstoff in elektrische Energie und Wasser als Reaktionsprodukt umgewandelt. Eine Brennstoffzelle bzw. PEM-Brennstoffzelle besteht im wesentlichen aus einer Anode, einer Membran und einer Kathode, die zusammen Membran-Elektroden-Einheit bzw. MEA genannt werden. Die Membran besteht aus porösem, elektrisch leitfähigem Material und ist zwischen der Anode und Kathode angeordnet, um Ionen auszutauschen. Auf der Seite der Anode wird ein Brennstoff wie z. B. Wasserstoff oder Methanol zugeführt, während auf der Seite der Kathode Sauerstoff oder Luft zugeführt wird. An der Anode werden durch katalytische Reaktionen Protonen bzw. Wasserstoffionen erzeugt, die sich durch die Membran zur Kathode bewegen. An der Kathode reagieren die Wasserstoffionen mit dem Sauerstoff, und es bildet sich Wasser.

Die Reaktion an den Elektroden ist wie folgt:

Anode:  $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

Kathode:  $\frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$

Somit wird an den Elektroden Strom erzeugt, der einem Verbraucher zugeführt wird.

Derartige Brennstoffzellen sind aus vielfältigen Veröffentlichungen bekannt. Es besteht jedoch das Problem, daß die Membran bzw. die MEA feucht gehalten werden muß.

Beim Austrocknen der Membran würde diese ihre Ionenleitfähigkeit verlieren, und die Brennstoffzelle wäre nicht mehr funktionsfähig.

In der US 5,432,020 wird daher vorgeschlagen, fein zerstäubtes Wasser mittels einer Einspritzdüse dem Gasstrom zur Brennstoffzelle hinzuzufügen. Dadurch wird die Membran gekühlt und feucht gehalten.

Dabei besteht jedoch das Problem, daß ein Wasservorrat mitgeführt werden muß. Der Wasservorrat erfordert Platz und weitere Maßnahmen, wie beispielsweise einen Schutz vor Einfrieren, was mit zusätzlichen Kosten verbunden ist.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Befeuchtungsvorrichtung für Brennstoffzellen zu schaffen und ein Verfahren zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran anzugeben, wobei auf platzsparende Weise kostengünstig eine wirksame Befeuchtung der Brennstoffzellenmembran erfolgt. Weiterhin soll eine Brennstoffzelle geschaffen werden, die kostengünstig ist und deren Membran zuverlässig feuchtgehalten wird.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Befeuchtungsvorrichtung für eine Brennstoffzelle gemäß Patentanspruch 1, das Verfahren zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran gemäß Patentanspruch 6 und durch die Brennstoffzelle gemäß Patentanspruch 12. Weitere vorteilhafte Merkmale, Aspekte und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

Die erfindungsgemäße Befeuchtungsvorrichtung für eine Brennstoffzelle umfaßt eine Membran, die an das Kathodenabgas einer Brennstoffzelle gekoppelt ist, wobei sich das Kathodenabgas auf einer Seite der Membran befindet, sowie ein Verbindungselement, das die andere Seite der Membran leitungsartig mit der Kathoden- oder Anodengaszufuhr verbindet, so daß im Betrieb Wasserdampf die Membran durchdringt, um das der Anode oder der Kathode zugeführte Gas, z. B. Aussenluft oder Sauerstoff, zu befeuchten. Die Befeuchtungsvorrichtung ermöglicht eine zuverlässige Befeuchtung der Membran-Elektroden-Einheit einer Brenn-

stoffzelle, wobei sie kompakt und kostengünstig herstellbar ist. Sie ist daher besonders für die Serienfertigung geeignet.

Vorteilhafterweise umfaßt die Befeuchtungsvorrichtung eine Vakuumpumpe zur Aufrechterhaltung eines Konzentrationsgefälles der Feuchtigkeit zwischen beiden Seiten der Membran. Dadurch wird ein besonders effektiver Austausch der Feuchtigkeit durch die Membran erreicht.

Weiterhin kann ein Behälter vorgesehen sein, der zur Aufnahme und/oder Zwischenspeicherung von Wasserdampf bzw. Wasser dient.

Bevorzugt ist eine Dosiereinheit zur Befeuchtung des Gasstroms, der zur Kathode geführt wird, vorgesehen. Dadurch kann eine Dosierung mit der jeweils in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Brennstoffzelle benötigten Wassermenge erfolgen.

Vorteilhafterweise ist die Dosiereinheit mit einem Regelkreis verbunden, in dem die Feuchtigkeit der Kathodenluft bzw. die Feuchtigkeit des Gases, das zur Kathode geführt wird, gemessen wird. Dadurch kann eine besonders exakte Dosierung erfolgen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran ist das Kathodenabgas einer Brennstoffzelle über eine Membran mit einer Anoden- oder Kathodengaszufuhr, z. B. Aussenluft oder Sauerstoff, verbunden, um Wasserdampf durch ein Konzentrationsgefälle der Feuchtigkeit auf beiden Seiten der Membran vom Kathodenabgas zur Gas- bzw. Kathodengaszufuhr zu übertragen. Durch die Nutzbarmachung der Permeation von Wassermolekülen durch die Membran kann ein Wasserdampftransport ohne äußeren Antrieb bzw. ohne zusätzlichen Energieaufwand erfolgen, ohne daß eine Vermischung des Kathodenabgases mit dem der Brennstoffzelle zugeführten Gas stattfindet.

Bevorzugt wird der Durchgang von Wasserdampf durch die Membran durch Betätigung einer Vakuumpumpe gefördert. Durch Vakuumerzeugung kann das Konzentrationsgefälle aufrechterhalten werden. Dadurch ergibt sich eine besonders hohe und gleichmäßige Übertragungsrate für den Wasserdampf.

Das Konzentrationsgefälle kann auch durch ständigen Austausch von Gas auf einer Seite der Membran aufrechterhalten werden. Dies hat den Vorteil, das keine Pumpe notwendig ist. Diese Lösung ist besonders kostengünstig, da Bauteile eingespart werden und im Betrieb der Energieaufwand reduziert ist.

Bevorzugt wird Feuchtigkeit in einem Behälter bzw. Wassertank zwischengespeichert und kann dann genau dosiert an die Kathodengaszufuhr übertragen werden.

Eine erfindungsgemäße Brennstoffzelle weist eine erfindungsgemäße Befeuchtungsvorrichtung auf.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung beispielhaft beschrieben, wobei die einzige Figur eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung schematisch darstellt.

Die Figur zeigt eine erfindungsgemäße Befeuchtungsvorrichtung 1, die zwischen der Kathodenabluft 20 von einer Brennstoffzelle und der Kathodenluft 30 zur Brennstoffzelle hin angeordnet ist. Die Brennstoffzelle ist in der Figur nicht dargestellt. Eine feuchtigkeitstundurchlässige Membran 2 ist in einem Gehäuse 21 befestigt und so angeordnet, daß die Kathodenabluft 20 auf einer Seite der Membran 2 vorbeigeführt wird. Auf der gegenüberliegenden Seite der Membran 2 befindet sich ein Raum 3, der durch die Membran 2 und das Gehäuse 21 begrenzt wird. Vom Raum 3 zweigt eine Verbindung 22 in Form einer Gasleitung ab, die den Raum 3 über eine Vakuumpumpe 4 und einen Dosierer 5 mit der Kathodenluft 30 verbindet.

Beim Betrieb der Brennstoffzelle ist das Reaktionsprodukt Wasser in der Kathodenabluft enthalten. Daher ist die

Kathodenabluft **20** warm und feucht. Die Strömungsrichtung der Kathodenabluft **20** und der Kathodenzuluft **30** ist in der Figur jeweils durch die Richtung der Pfeile gekennzeichnet. Die Kathodenzuluft **30** bzw. die Außenluft, die als Kathodenzuluft verwendet wird, ist deshalb sehr viel trockener als die Kathodenabluft **20**. Daher besteht ein Konzentrationsgefälle der Feuchtigkeit zwischen beiden Seiten der Membran **2**. Aufgrund von Permeation durchdringt der Wasserdampf beim Betrieb der Brennstoffzelle die Membran **2** und wird somit von der Kathodenabluft **20** durch die Leitung **22** zur Kathodenzuluft **30** hin transportiert.

Durch die Vakuumpumpe **4** wird das Konzentrationsgefälle aufrecht erhalten, so daß der Wasserdampftransport kontinuierlich erfolgen kann.

Durch den Dosierer **5** wird der Wasserdampf, der der Kathodenabluft **20** durch die Membran **2** entnommen wurde, genau dosiert, d. h. in der vom jeweiligen Betriebszustand der Brennstoffzelle abhängigen benötigten Menge der Kathodenzuluft **30** zugeführt. Hierzu ist der Dosierer **5** mit einem in der Figur nicht dargestellten Regelkreis verbunden, der die Feuchtigkeit der Kathodenzuluft mißt und dementsprechend die benötigte Wassermenge einstellt.

In einer weiteren Ausführungsform ist anstelle der Vakuumpumpe **4** eine Gasaustauschvorrichtung vorgesehen, die die Luft im Raum **3** ständig austauscht, um das notwendige Konzentrationsgefälle, das den Wasserdampfaustausch antreibt, aufrechtzuerhalten. Hierzu führt eine Leitung zur Kathodengaszufuhr in den Raum **3** und von dort weiter zur Brennstoffzelle. Im Betrieb wird daher durch den Austausch von Luft bzw. Sauerstoff im Raum **3** ein Konzentrationsgefälle zwischen beiden Seiten der Membran **2** aufrechterhalten. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Membran **2** ein Teil der Wandung der Kathodenabluft- bzw. -abgasleitung und ein Teil der Wandung der Kathodengaszufuhrleitung, so daß auf einer Seite der Membran **2** die Kathodenabluft **20** vorbeiströmt und auf der anderen Seite der Membran **2** die Kathodenzuluft **30** vorbeiströmt. Diese Lösung ist besonders platzsparend und kostengünstig.

In der in der Figur gezeigten, besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Membrangehäuse **21** einstückig mit einer Kathodenabluftleitung **42** ausgestaltet. Die Kathodenabluftleitung **42** und ein Abschnitt einer Kathodenzuluftleitung **43** sind zum Einsetzen der Befeuchtungsvorrichtung **1** in die entsprechenden zugehörigen Leitungen der Brennstoffzelle vorgesehen. Somit kann die Befeuchtungsvorrichtung **1** leicht und mit geringem Aufwand an die Brennstoffzelle angeschlossen werden.

Ein zusätzlicher Behälter zur Zwischenspeicherung des entnommenen Wassers bzw. Wasserdampfs ist in der Figur nicht dargestellt. Der Behälter bzw. Wassertank bietet den Vorteil, daß stets ein Vorrat zur Befeuchtung der Kathodenzuluft **30** vorhanden ist. Die dem feuchten Luftstrom bzw. der Kathodenabluft **20** entnommene Feuchtigkeit wird in dem Wassertank gesammelt und bei Bedarf der Kathodenzuluft **30** zugeführt.

Allgemein ist die Befeuchtungsvorrichtung **1** zur Entnahme von Wasserdampf bzw. Feuchtigkeit aus dem Kathodenabgas bzw. der Kathodenabluft und zur Übertragung der Feuchtigkeit bzw. des Wassers an das Gas bzw. die Aussenluft, die der Kathode der Brennstoffzelle zugeführt wird, geeignet. Die Erfindung hat den Vorteil, daß eine Entfeuchtung ohne eine Kondensationsschleife erfolgt, d. h., es ist kein Abkühlen und Aufheizen der Kathodenluft notwendig, um den Kondensationspunkt zu erreichen. Dadurch wird Energie eingespart.

Weiterhin ist die Konstruktion der Befeuchtungsvorrichtung **1** einfach und dadurch wenig stör anfällig. Die Nutzung einer Entfeuchtungsmembran, wie sie aus vielfältigen An-

wendungen bekannt ist, zum Austausch des Wasserdampfes bzw. der Feuchtigkeit zwischen der Kathodenabluft **20** und der Kathodenzuluft **30** bietet eine zuverlässige Befeuchtung der Membran-Elektroden-Einheit der Brennstoffzelle, die wenig aufwendig und kostengünstig ist.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Befeuchtungsvorrichtung
- 10 2 Membran
- 3 Raum
- 4 Vakuumpumpe
- 5 Dosierer
- 20 Kathodenabluft bzw. -abgas
- 15 21 Gehäuse
- 22 Verbindung zur Kathodenzuluft
- 30 Kathodenzuluft bzw. Gaszufuhr
- 42 Kathodenabluftleitung
- 43 Kathodenzuluftleitung

#### Patentansprüche

1. Befeuchtungsvorrichtung für eine Brennstoffzelle, **gekennzeichnet durch** eine Membran (**2**), die an das Kathodenabgas (**20**) einer Brennstoffzelle gekoppelt ist, wobei sich das Kathodenabgas (**20**) auf einer Seite der Membran (**2**) befindet, und ein Verbindungselement (**22**), das die andere Seite der Membran (**2**) leitungsmäßig mit der Anoden- oder Kathodengaszufuhr (**30**) zur Brennstoffzelle verbindet, so daß im Betrieb Wasserdampf die Membran (**2**) durchdringt, um das zur Brennstoffzelle geführte Gas zu befeuchten.
2. Befeuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Vakuumpumpe (**4**) zur Aufrechterhaltung eines Konzentrationsgefälles der Feuchtigkeit zwischen den beiden Seiten der Membran (**2**).
3. Befeuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Behälter zur Aufnahme von Wasserdampf und/oder Wasser.
4. Befeuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine Dosiereinheit (**5**) zur Befeuchtung des Gasstroms zur Kathode.
5. Befeuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosiereinheit (**5**) mit einem Regelkreis verbunden ist.
6. Verfahren zur Befeuchtung einer Brennstoffzellenmembran, dadurch gekennzeichnet, daß Kathodenabgas (**20**) von einer Brennstoffzelle über eine Membran (**2**) mit einer Anoden- oder Kathodengaszufuhr (**30**) verbunden wird und Wasserdampf durch ein Konzentrationsgefälle der Feuchtigkeit auf beiden Seiten der Membran (**2**) vom Kathodenabgas (**20**) zur Anoden- oder Kathodengaszufuhr (**30**) übertragen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchgang von Wasserdampf durch die Membran (**2**) durch Betätigung einer Vakuumpumpe (**4**) unterstützt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Konzentrationsgefälle durch eine Vakuumpumpe (**4**) aufrechterhalten wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Konzentrationsgefälle durch Austausch von Gas aufrechterhalten wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Feuchtigkeit in einem Behälter zwischengespeichert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß Feuchtigkeit dosiert an die Gaszufuhr (30) übertragen wird.

12. Brennstoffzelle, gekennzeichnet durch eine Befuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

